

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 101 46 753.2

**Anmeldetag:** 22. September 2001

**Anmelder/Inhaber:** Pilz GmbH & Co,  
Ostfildern/DE

**Bezeichnung:** Sicherheitsschaltvorrichtung zum sicheren  
Abschalten eines elektrischen Verbrauchers

**IPC:** H 01 H, H 05 K, F 16 P

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 04. Oktober 2002  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

FAUST

# WITTE, WELLER & PARTNER

Patentanwälte

Rotebühlstraße 121 · D-70178 Stuttgart

Anmelder:

Pilz GmbH & Co.  
Felix-Wankel-Str. 2  
D-73760 Ostfildern

Deutschland

21. September 2001  
4035P133 TD-sp

Sicherheitsschaltvorrichtung zum sicheren Abschalten  
eines elektrischen Verbrauchers

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Sicherheitsschaltvorrichtung zum sicheren Abschalten eines elektrischen Verbrauchers, insbesondere einer elektrischen Maschine, mit zumindest einem Ausgangsschalter zum Unterbrechen eines externen Stromversorgungspfades, wobei der Ausgangsschalter zumindest zwei Schaltstellungen aufweist, und mit einer Steuereinheit, die die Schaltstellung des Ausgangsschalters steuert, ferner mit Mitteln, anhand derer die Steuereinheit eine tatsächliche Schaltstellung des Ausgangsschalters überwacht.

Eine derartige Sicherheitsschaltvorrichtung ist beispielsweise aus der WO 01/37302 A1 bekannt.

Gattungsgemäße Sicherheitsschaltvorrichtungen werden vor allem im industriellen Bereich verwendet, um elektrisch angetriebene Maschinen, wie beispielsweise große Abkantpressen, CNC-gesteuerte Fertigungszentren oder Roboter, auf zuverlässige Weise zumindest bereichsweise abzuschalten. Ein häufiger Anwendungsfall ist die Abschaltung der Maschine, wenn eine Schutztür geöffnet wird, eine Lichtschranke unterbrochen wird oder ein Notaus-Taster betätigt wird. Die Signale derartiger Signalgeber sind den gattungsgemäßen Sicherheitsschaltvorrichtungen zugeführt, die in Abhängigkeit davon die entsprechende Maschine oder Maschinenbereiche abschalten. Der eigentliche Abschaltvorgang, d.h. das Unterbrechen einer Stromversorgung der Maschine, muß dabei auf eine äußerst zuverlässige Weise erfolgen, da anderenfalls die Gesundheit oder sogar das Leben von Bedienpersonen gefährdet sind. Gattungsgemäße Sicherheitsschaltgeräte werden daher von den zuständigen Aufsichtsbehörden, wie beispielsweise in Deutschland den Berufsgenossenschaften, nur zum Betrieb zugelassen, wenn sie bestimmte Mindestanforderungen an die Eigenfehlersicherheit erfüllen. Generell muß eine Sicherheitsschaltvorrichtung dabei selbst dann ein zuverlässiges und fehlersicheres Abschalten der Maschine ermöglichen, wenn innerhalb der Sicherheitsschaltvorrichtung oder den mit ihr verbundenen Signalgebern Fehler oder Störungen auftreten.

Als Sicherheitsschaltvorrichtung im Sinne der vorliegenden Erfindung werden daher im folgenden nur solche Geräte und Anlagen betrachtet, die zumindest die Kategorie 3 der europäischen Norm

EN 954-1 oder einen vergleichbaren Sicherheitsstandard erfüllen.

Bei gattungsgemäßen Sicherheitsschaltvorrichtungen muß die Schaltstellung des Ausgangsschalters, über den die Stromversorgung der überwachten Maschine unterbrochen werden kann, stets zuverlässig, d.h. fehlersicher, kontrolliert werden. Grund hierfür ist, daß andernfalls ein Fehler oder eine Funktionsstörung des Ausgangsschalters dazu führen kann, daß sich die überwachte Maschine in einem gefährlichen, nicht-sicheren Zustand befindet. Bis in die heutige Zeit hinein werden bei gattungsgemäßen Sicherheitsschaltvorrichtungen für die Ausgangsschalter häufig elektromechanische Schaltelemente, d.h. Relais oder Schütze, verwendet. Bei derartigen Schaltelementen besteht bekanntermaßen die Gefahr, daß die Schaltkontakte aufgrund von Funkenbildung beim Öffnen des Schalters verschweißen. In diesem Fall läßt sich der Ausgangsschalter nicht mehr öffnen, was verheerende Folgen haben kann.

Erst seit neuester Zeit werden bei gattungsgemäßen Sicherheitsschaltvorrichtungen auch Halbleiterbauelemente als Ausgangsschalter verwendet. Bei diesen können zwar keine mechanischen Kontakte verschweißen, es besteht jedoch grundsätzlich die Möglichkeit, daß die Schaltstrecke des Bauelements durchlegiert und damit ebenfalls einen nicht mehr zu öffnenden Kurzschluß bildet.

In der eingangs genannten WO 01/37302 A1 ist eine gattungsgemäße Sicherheitsschaltvorrichtung beschrieben, die ausgangseitig zwei Relais als Ausgangsschalter aufweist. Die Arbeitskontakte der beiden Relais sind in an sich bekannter Weise in

Reihe geschaltet, um eine Redundanz und damit eine erhöhte Sicherheit beim Abschalten zu erreichen. Jedes der beiden Relais besitzt mehrere Arbeitskontakte, so daß beispielsweise alle drei Phasen eines Drehstrom-Anschlusses abgeschaltet werden können. Zusätzlich besitzt jedes der beiden Relais einen Hilfskontakt, der mit den Arbeitskontakten mechanisch zwangsgeführt ist. Durch die mechanische Zwangsführung ist gewährleistet, daß die Schaltstellung der Arbeitskontakte mit der Schaltstellung des Hilfskontaktes korrespondiert. Über den Hilfskontakt kann somit die Schaltstellung der Arbeitskontakte überwacht werden.

Die beschriebene Anordnung wird in der Praxis vielfach verwendet und hat sich weitreichend bewährt. Nachteil ist jedoch, daß Relais mit zwangsgeführten Kontakten deutlich teurer sind als einfache Relais. Außerdem sind zwangsgeführte Relais größer und besitzen geringere Haltekräfte als einfache Relais.

Vor diesem Hintergrund ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Alternative anzugeben, mit der bei einer gattungsgemäßen Sicherheitsschaltvorrichtung auf die Verwendung zwangsgeführter Relais verzichtet werden kann, ohne jedoch Einbußen hinsichtlich der Fehlersicherheit und Zuverlässigkeit hinzunehmen.

Diese Aufgabe wird durch eine Sicherheitsschaltvorrichtung der eingangs genannten Art gelöst, bei der die genannten Mittel einen Hochfrequenz-(HF-)Generator zum Erzeugen eines HF-Prüfsignals sowie einen Koppelkreis beinhalten, mit dem das HF-Prüfsignal auf den Ausgangsschalter übertragen wird.

Bei der erfindungsgemäßen Sicherheitsschaltvorrichtung wird die Schaltstellung des Ausgangsschalters mit Hilfe eines HF-Prüfsignals überwacht, das in Ergänzung zu dem eigentlich zu schaltenden Laststrom über den Ausgangsschalter geführt wird. Da die Frequenzen der zu schaltenden Lastströme üblicherweise sehr niedrig sind (im Bereich von  $16 \frac{2}{3}$  bis 400 Hz), eignet sich ein Hochfrequenzsignal sehr gut, da es technisch auf einfache Weise durch an sich bekannte Filtermaßnahmen von dem Laststrom wieder getrennt werden kann. Bevorzugt liegt die Frequenz des Prüfsignals im Bereich von 2 MHz bis 100 MHz. Andererseits handelt es sich bei dem hier verwendeten Prüfsignal um ein elektrisches Signal, wodurch die elektrisch wirksame Schaltstellung des Ausgangsschalters besonders gut überwacht werden kann.

Die erfindungsgemäße Sicherheitsschaltvorrichtung besitzt den Vorteil, daß auf die Verwendung zwangsgeführter Relais oder Schütze verzichtet werden kann, wodurch die Produktionskosten gesenkt werden können. Außerdem kann die erfindungsgemäße Sicherheitsschaltvorrichtung kompakter und mit einem geringeren Platzbedarf realisiert werden.

Ein weiterer Vorteil ist, daß mit der erfindungsgemäßen Maßnahme auch die Schaltstellung von Halbleiterbauelementen auf zuverlässige Weise überwacht werden kann. Damit läßt sich das zugrunde liegende Gerätekonzept auch bei zukünftigen Generationen von Sicherheitsschaltvorrichtungen einsetzen.

In einer Ausgestaltung der Erfindung beinhaltet der Koppelkreis zumindest ein Trennelement, das den HF-Generator galvanisch von dem zumindest einen Ausgangsschalter trennt.

Durch diese Maßnahme läßt sich der Ausgangskreis der Sicherheitsschaltvorrichtung potentialfrei realisieren, wodurch sowohl die Sicherheit als auch die Anwendungsvielfalt der erfindungsgemäßen Vorrichtung erhöht ist. Außerdem ist der Überwachungskreis, der üblicherweise nur mit geringen Spannungen und Strömen arbeitet, auf diese Weise vor den in der Regel erheblich größeren Lastströmen geschützt, mit denen die überwachte Maschine versorgt wird.

In einer weiteren Ausgestaltung beinhaltet das Trennelement zumindest einen Koppelkondensator.

Durch diese Maßnahme wird ein gleichstrommäßiger Kurzschluß des Ausgangsschalters vermieden, wodurch die Sicherheit der Vorrichtung insgesamt weiter erhöht ist.

In einer weiteren Ausgestaltung beinhaltet der Koppelkondensator eine Leiterplattenkapazität.

Durch diese Maßnahme läßt sich die Anzahl der benötigten diskreten Bauelemente reduzieren, wodurch eine kostengünstige Produktion möglich ist. Außerdem kann die erfindungsgemäße Vorrichtung in dieser Ausgestaltung noch kleiner, d.h. mit einem noch geringeren Platzbedarf, realisiert werden.

In einer weiteren Ausgestaltung der zuvor genannten Maßnahme beinhaltet die Leiterplattenkapazität Leiterflächen, die auf verschiedenen Lagen einer zumindest zweilagigen Leiterplatte angeordnet sind.

Diese Maßnahme besitzt vor allem im Hinblick auf den vorgesehenen Einsatzbereich der Sicherheitsschaltvorrichtung erhebliche Vorteile, da bei der beschriebenen Anordnung eine Funktionsstörung infolge eines fehlerhaften Koppelkondensators zuverlässig ausgeschlossen werden kann. Die einschlägigen Normen erlauben nämlich bei der Fehlerbetrachtung den Ausschluß von Fehlern, die auf einem Kurzschluß zwischen verschiedenen Lagen einer üblichen Leiterplatte basieren. Die Sicherheitsschaltvorrichtung kann aufgrund dieser Maßnahme insgesamt einfacher und damit kostengünstiger realisiert werden.

In einer weiteren Ausgestaltung beinhaltet der Koppelkreis zumindest zwei Koppelkondensatoren.

Durch diese Maßnahme wird die Eigenfehlersicherheit der erfindungsgemäßen Vorrichtung weiter erhöht. Insbesondere ist eine gleichstrommäßige Überbrückung des Ausgangsschalters auf diese Weise noch zuverlässiger ausgeschlossen. Außerdem ergibt sich eine Symmetrie, die eine besonders einfache und gleichzeitig genaue Überwachung der Schaltstellung des Ausgangsschalters ermöglicht.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung beinhaltet der Koppelkreis einen elektrischen Schwingkreis.

Aufgrund der an sich bekannten Sensibilität eines Schwingkreises gegenüber Veränderungen der Einflußparameter kann mit dieser Maßnahme auf einfache Weise eine besonders exakte Überwachung des Ausgangsschalters realisiert werden.



In einer weiteren Ausgestaltung der zuvor genannten Maßnahme ist der Ausgangsschalter in den Schwingkreis eingebettet.

Diese Maßnahme ist eine besonders einfache Möglichkeit, um die Schaltstellung des Ausgangsschalters exakt zu überwachen. Außerdem spart diese Anordnung Bauteile, so daß die Produktionskosten der erfindungsgemäßen Vorrichtung nochmals reduziert werden können.

In einer weiteren Ausgestaltung wirkt der Schwingkreis mit zumindest einem ohmschen Widerstand zusammen, dessen Spannungsabfall ein Maß für die tatsächliche Schaltstellung des Ausgangsschalters ist.

Bevorzugt wird der in den Schwingkreis hinein fließende Strom über den genannten ohmschen Widerstand geführt. Durch diese Maßnahme ist es möglich, einen einfachen Schwellwertschalter zu verwenden, um die Schaltstellung des Ausgangsschalters zu bestimmen. Der Abgriff eines Spannungsabfalls über dem ohmschen Widerstand ist dabei mit an sich bekannten Mitteln sehr einfach und kostengünstig möglich. Insgesamt lassen sich damit die Produktionskosten der erfindungsgemäßen Vorrichtung noch weiter reduzieren.

In einer weiteren Ausgestaltung ist der Ausgangsschalter mit zumindest einer Anschlußklemme verbunden, wobei zwischen dem Ausgangsschalter und der Anschlußklemme ein Hochfrequenz-(HF-) Filter angeordnet ist.

Durch diese Maßnahme wird einerseits verhindert, daß das HF-Prüfsignal aus dem Inneren der Sicherheitsschaltvorrichtung

nach außen dringen kann, so daß eine Beeinflussung der abzuschaltenden Maschine vermieden ist. Umgekehrt ist das HF-Prüf-signal auf diese Weise von äußeren Einflüssen entkoppelt, wodurch die Zuverlässigkeit und Meßgenauigkeit beim Überwachen der Schaltstellung des Ausgangsschalters erhöht ist.

Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Prinzipschaltbild einer Anordnung zur Verwendung in einer erfindungsgemäßen Sicherheitsschaltvorrichtung,

Fig. 2 eine bevorzugte Ausführung von Koppelkondensatoren, die auch in dem Prinzipschaltbild gemäß Fig. 1 Verwendung finden, und

Fig. 3 eine detailliertere Darstellung einer erfindungsgemäßen Sicherheitsschaltvorrichtung.

In Fig. 1 ist eine Anordnung zur fehlersicheren Überwachung der Schaltstellung eines Ausgangsschalters in ihrer Gesamtheit mit der Bezugsziffer 10 bezeichnet.

Die Anordnung 10 beinhaltet eine Steuereinheit 12, die in an sich bekannter Weise die Schaltstellung eines Ausgangsschalters 14 steuert. Der Ausgangsschalter 14 ist im vorliegenden Fall als Relaiskontakt dargestellt. Das Prinzip der Anordnung 10 kann jedoch in gleicher Weise auch auf Halbleiterschalter, wie beispielsweise MOS-Transistoren, angewendet werden.

Mit der Bezugsziffer 16 ist ein HF-Generator bezeichnet, der über ein galvanisches Trennelement 18 derart mit dem Ausgangsschalter 14 verbunden ist, daß ein hier nicht dargestelltes HF-Prüfsignal (HF-Spannung und/oder HF-Strom) über den Ausgangsschalter 14 geführt ist.

Das Trennelement 18 beinhaltet gemäß einer bevorzugten Ausführung der Erfindung zwei Koppelkondensatoren 20, 22, durch die eine gleichstrommäßige Überbrückung des Ausgangsschalters 14 in jedem Fall verhindert ist.

Der HF-Generator 16 beinhaltet ein hier nicht gesondert dargestelltes Sensorelement, das eine Veränderung des HF-Prüfsignals in Abhängigkeit der Schaltstellung des Ausgangsschalters 14 detektiert. Beispielsweise verändert sich in Abhängigkeit der Schaltstellung des Ausgangsschalters 14 die Resonanzfrequenz des HF-Generators 16, der über die Koppelkondensatoren 20, 22 fließende HF-Strom oder die im HF-Generator umgesetzte Leistung. Die detektierte Veränderung wird über eine Rückleitung 24 der Steuereinheit 12 mitgeteilt. Infolge dessen kann die Steuereinheit 12 die tatsächliche Schaltstellung des Ausgangsschalters 14 stets mit der eingestellten Soll-Schaltstellung vergleichen und den Ausgangsschalter 14 somit überwachen. Die Steuereinheit 12 kann den ordnungsgemäßen Betrieb al-

ler Baugruppen dabei in einem Art Selbsttest prüfen, indem der Ausgangsschalter 14 umgeschaltet wird und überprüft wird, ob die Reaktion auf der Leitung 24 mit dem Erwartungswert übereinstimmt.

Mit der Bezugsziffer 26 ist zur Verdeutlichung des Prinzips der Anordnung 10 ein Verbraucher schematisch dargestellt, der im konkreten Anwendungsfall beispielsweise eine abzuschaltende Maschine ist. Die Maschine 26 wird über die Stromversorgung 28 mit Strom versorgt, wobei der Ausgangsschalter 14 im Stromversorgungspfad 30 angeordnet ist. Dabei kann die Stromversorgung 28 anstelle der gezeigten Gleichspannungsquelle auch eine Wechselspannungsquelle sein.

In Fig. 2 ist eine bevorzugte Realisierung der beiden Koppelkondensatoren 20, 22 dargestellt, wobei gleiche Bezugszeichen dieselben Elemente bezeichnen wie in Fig. 1.

Die Schaltungsbestandteile der Anordnung 10 sind in an sich bekannter Weise auf einer Leiterplatte 40 angeordnet. Dabei sind die Schaltungsbestandteile, wie beispielsweise der HF-Generator 16 und die Steuereinheit 12 (hier als IC dargestellt), über Leiterbahnen 42 miteinander verbunden. Die beiden Koppelkondensatoren 20, 22 werden durch Leiterflächen 44, 46 gebildet, die auf verschiedenen Lagen der in diesem Fall zweilagigen Leiterplatte 40 angeordnet sind. Zwischen den metallischen Leiterflächen 44, 46 befindet sich somit das Kunststoffmaterial der Leiterplatte 40, wodurch in an sich bekannter Weise eine Kapazität gebildet wird. Aufgrund der beschriebenen Anordnung kann bei der Analyse von Fehlerquellen innerhalb der Anordnung 10 ausgeschlossen werden, daß einer oder beide Koppel-

kondensatoren 20, 22 einen elektrischen Kurzschluß erleiden. Dieser Fehlerausschluß ergibt sich aufgrund bestehender, einschlägiger Normen.

In Fig. 3 ist ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Sicherheitsschaltvorrichtung in seiner Gesamtheit mit der Bezugsziffer 50 bezeichnet. Es handelt sich dabei um ein sogenanntes Sicherheitsschaltgerät, das üblicherweise als kompakte und voll funktionsfertige Einheit ausgeliefert wird. Die Erfindung ist jedoch nicht allein auf Sicherheitsschaltgeräte beschränkt und kann ebenso bei komplexen, programmierbaren Sicherheitssteuerungen verwendet werden.

Das Sicherheitsschaltgerät 50 ist als kompakte Baueinheit in an sich bekannter Weise in ein Gerätegehäuse 52 eingebaut. An einer Außenseite des Gehäuses 52 befinden sich in an sich bekannter Weise Anschlußklemmen, von denen hier beispielhaft drei mit den Bezugsziffern 54, 56, 58 bezeichnet sind. Die Anschlußklemme 54 ist mit einer Phase der Stromversorgung 28 verbunden. Die Anschlußklemme 56 ist mit der abzuschaltenden Maschine 26 verbunden. Zwischen den Anschlußklemmen 54 und 56 befindet sich somit der Stromversorgungspfad 30, in dem seriell der Ausgangsschalter 14 angeordnet ist.

Die Darstellung des Sicherheitsschaltgerätes 50 ist hier aus Gründen der Übersichtlichkeit vereinfacht. In der Praxis befinden sich üblicherweise zwei Ausgangsschalter 14 seriell zueinander im Stromversorgungspfad 30, um eine Redundanz beim Abschalten der Maschine 26 zu erhalten. Darüber hinaus besitzt das erfindungsgemäße Sicherheitsschaltgerät 50 in der Regel weitere, parallel zu dem Ausgangsschalter 14 angeordnete Aus-

gangsschalter sowie entsprechende Anschlußklemmen 54, 56, über die weitere Phasen der Stromversorgung 28 geführt werden können. Derartige Ausführungen sind an sich bekannt und daher hier nicht ausführlicher dargestellt.

An die Anschlußklemme 58 ist in an sich bekannter Weise ein Notaus-Schalter 60 angeschlossen. Auch dies ist hier in Fig. 3 vereinfacht dargestellt, da Notaus-Schalter von den hier beschriebenen Sicherheitsschaltgeräten in der Regel mehrkanalig ausgewertet werden.

Im Inneren ist das Sicherheitsschaltgerät 50 wie folgt aufgebaut:

Die Steuereinheit 12 beinhaltet einen Schalter 62, der in an sich bekannter Weise den Stromfluß über ein Relais 64 ein- oder ausschaltet. Der Ausgangsschalter 14 ist einer der Arbeitskontakte des Relais 64, so daß die Steuereinheit 12 über den Schalter 62 die Schaltstellung des Ausgangsschalters 14 steuern kann. Anstelle eines Relais 64 können bei alternativen Ausführungsbeispielen jedoch auch Halbleiterbauelemente als Ausgangsschalter verwendet sein.

Der Ausgangsschalter 14 ist in einer bereits anhand Fig. 1 beschriebenen Weise mit einem HF-Generator 16 verbunden. Zusätzlich zu den beiden Koppelkondensatoren 20, 22 beinhaltet das Trennelement hier einen Transformator 66, dessen Induktivität zusammen mit den Koppelkondensatoren 20, 22 einen Schwingkreis 68 bildet. Der HF-Generator, der im vorliegenden Ausführungsbeispiel ein kommerziell erhältlicher HF-Oszillator von beispielsweise 8 MHz ist, erzeugt das HF-Prüfsignal, das hier

schematisch mit der Bezugsziffer 70 bezeichnet ist. Dabei wird der HF-Generator 16 über einen Widerstand 72 mit einer Betriebsspannung versorgt. Zur Stabilisierung und Glättung der Betriebsspannung ist ein Kondensator 74 parallel zum HF-Generator 16 angeordnet.

Parallel zu dem Widerstand 72 ist ein Schwellwertschalter 76 angeordnet, der die am Widerstand 72 abfallende Spannung mit einem Referenzwert vergleicht. Das Ausgangssignal des Schwellwertschalters 76 ist über die Rückleseleitung 24 der Steuereinheit 12 zugeführt.

Mit der Bezugsziffer 78 ist ein weiterer Kondensator bezeichnet, der zusammen mit einer Spule 80 ein LC-Filter 82 bildet. Das LC-Filter 82 ist zwischen dem Ausgangsschalter 14 und der Anschlußklemme 54 angeordnet. Ein identisch aufgebautes zweites LC-Filter 84 ist ferner zwischen dem Ausgangsschalter 14 und der Anschlußklemme 56 angeordnet. Die beiden LC-Filter 82, 84 bilden eine Klammer, die gegebenenfalls auch weitere, seriell zum Ausgangsschalter 14 angeordnete redundante Schaltkontakte umschließt.

Die Funktion des Sicherheitsschaltgerätes 50 ist nun wie folgt:

Im Betrieb des Sicherheitsschaltgerätes 50 ist der Ausgangsschalter 14 geschlossen, so daß die Maschine 26 mit der Stromversorgung 28 verbunden ist. Die Maschine 26 befindet sich daher in Betrieb.

Der geöffnete Ausgangsschalter 14 stellt eine Kapazität in der Größenordnung von etwa 1 pF dar. Diese Kapazität bestimmt bei

geöffnetem Ausgangsschalter 14 im wesentlichen die Resonanzfrequenz des Schwingkreises 68, da die Kapazitäten der Koppelkondensatoren 20, 22 bei ca. 100 pF liegt. Die Resonanzfrequenz des Schwingkreises 68 entspricht in dieser Schaltstellung der Sollfrequenz des HF-Generators 16.

Wird der Ausgangsschalter 14 geschlossen, ändert sich seine wirksame Kapazität, wodurch der Schwingkreis 68 verstimmt wird. Über den Transformator 66 wirkt dies auf den HF-Generator 16 zurück, was weiterhin zur Folge hat, daß sich der Spannungsabfall am Widerstand 72 ändert. Der geänderte Spannungsabfall wird mit Hilfe des Schwellwertschalters 76 detektiert und der Steuereinheit 12 mitgeteilt. Dadurch kann die Steuereinheit 12 die tatsächliche Schaltstellung des Ausgangsschalters 14 mit der beabsichtigten Sollstellung vergleichen. Infolge dessen ist eine Überwachung der Schaltstellung des Ausgangsschalters 14 möglich.

Die in Fig. 3 dargestellte Schaltung des Sicherheitsschaltgerätes 50 hat sich bei praktischen Versuchen als besonders effektiv erwiesen. Es versteht sich jedoch, daß das Grundprinzip der Erfindung auch in anderen Schaltungsvarianten realisiert werden kann.



### Patentansprüche

1. Sicherheitsschaltvorrichtung zum sicheren Abschalten eines elektrischen Verbrauchers (26), insbesondere einer elektrischen Maschine, mit zumindest einem Ausgangsschalter (14) zum Unterbrechen eines externen Stromversorgungspfad (30), wobei der Ausgangsschalter (14) zumindest zwei Schaltstellungen aufweist, und mit einer Steuereinheit (12), die die Schaltstellung des Ausgangsschalters (14) steuert, ferner mit Mitteln (10; 16, 24, 68, 72, 76), anhand derer die Steuereinheit (12) eine tatsächliche Schaltstellung des Ausgangsschalters (14) überwacht, dadurch gekennzeichnet, daß die genannten Mittel einen HF-Generator (16) zum Erzeugen eines HF-Prüfsignals (70) sowie einen Koppelkreis (18; 68) beinhalten, mit dem das Prüfsignal (70) auf den Ausgangsschalter (14) übertragen wird.
2. Sicherheitsschaltvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Koppelkreis zumindest ein Trennelement (18; 68) beinhaltet, das den HF-Generator (16) galvanisch von dem zumindest einen Ausgangsschalter (14) trennt.

3. Sicherheitsschaltvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Koppelkreis (18; 68) zumindest einen Koppelkondensator (20, 22) beinhaltet.
4. Sicherheitsschaltvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Koppelkondensator (20, 22) eine Leiterplattenkapazität beinhaltet.
5. Sicherheitsschaltvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Leiterplattenkapazität Leiterflächen (44, 46) beinhaltet, die auf verschiedenen Lagen einer zumindest zweilagigen Leiterplatte (40) angeordnet sind.
6. Sicherheitsschaltvorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Koppelkreis (18; 68) zumindest zwei Koppelkondensatoren (20, 22) beinhaltet.
7. Sicherheitsschaltvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Koppelkreis einen elektrischen Schwingkreis (68) beinhaltet.
8. Sicherheitsschaltvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausgangsschalter (14) in den Schwingkreis (68) eingebettet ist.
9. Sicherheitsschaltvorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwingkreis (68) mit zumindest einem ohmschen Widerstand (72) zusammenwirkt, dessen Spannungsabfall ein Maß für die tatsächliche Schaltstellung des Ausgangsschalters (14) ist.

10. Sicherheitsschaltvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausgangsschalter (14) mit zumindest einer Anschlußklemme (54, 56) verbunden ist, wobei zwischen dem Ausgangsschalter (14) und der Anschlußklemme (54, 56) ein HF-Filter (82, 84) angeordnet ist.

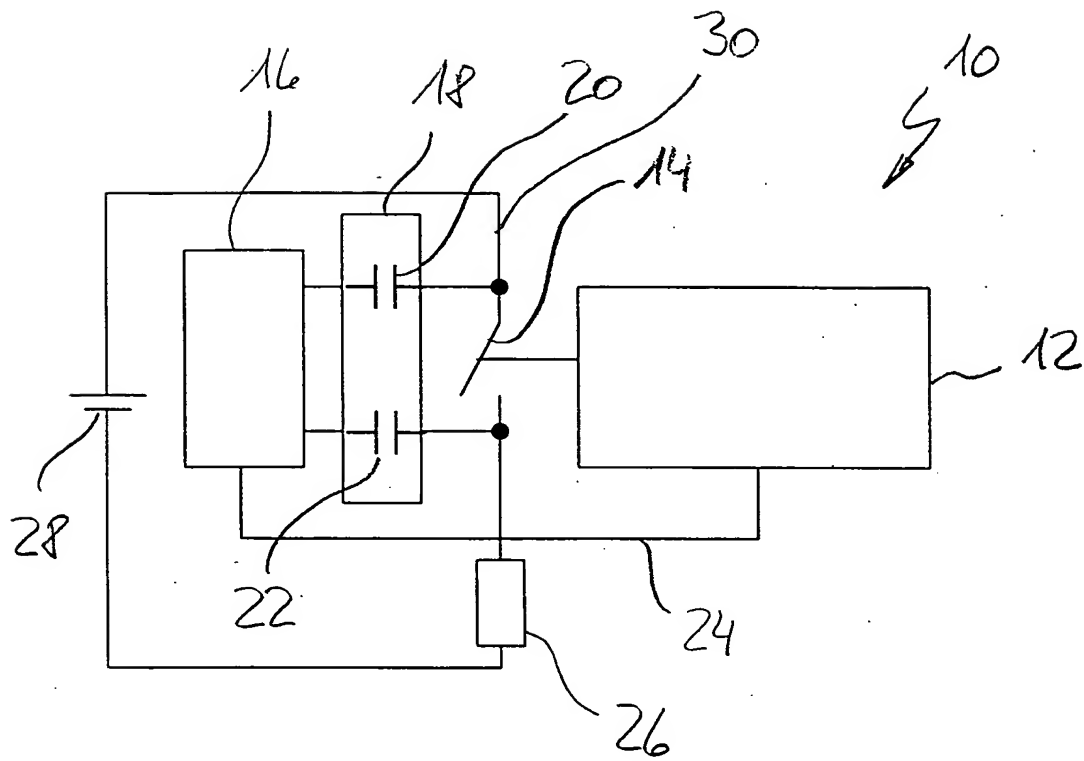


Fig. 1

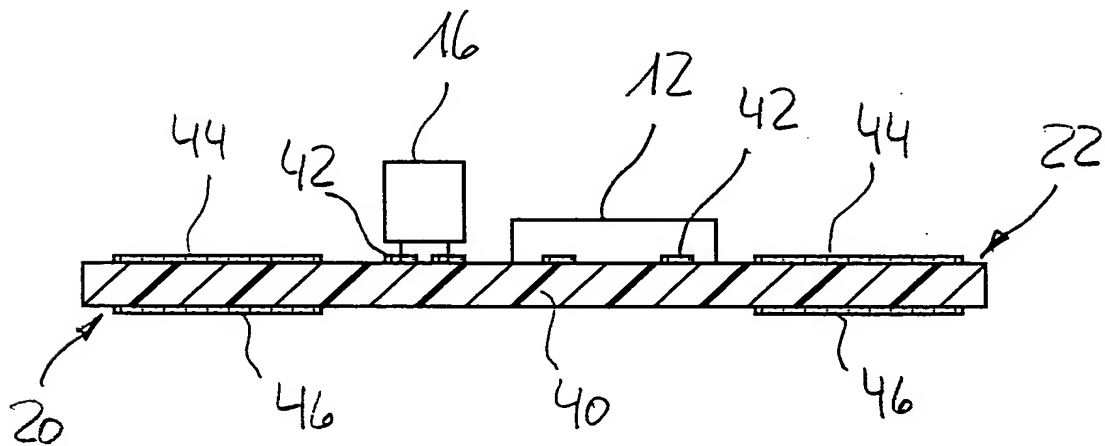


Fig. 2

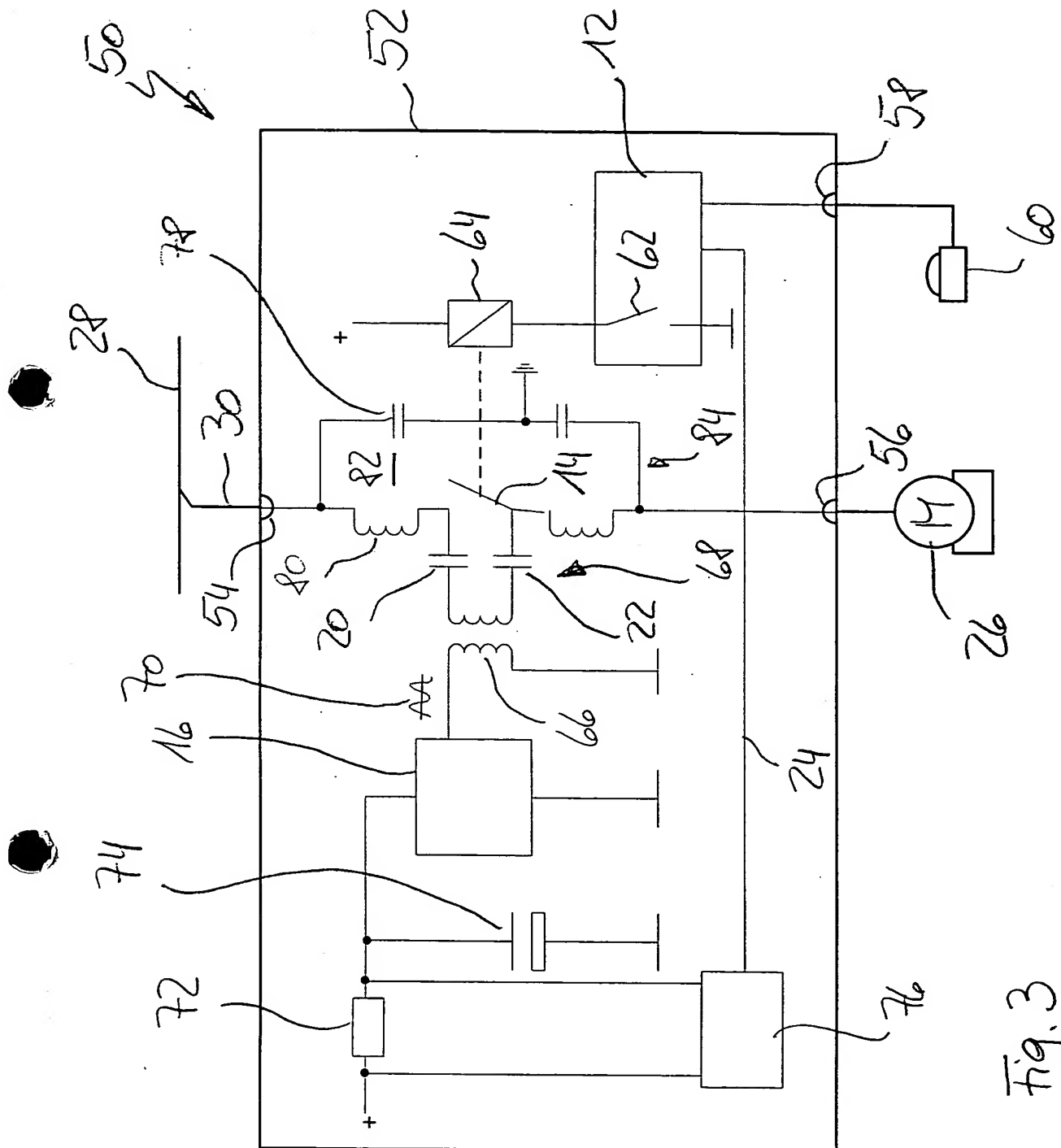


Fig. 3